

УДК 66.048.375

Студ. М.Л. Пашковский
Науч. рук. доц. В.Н. Павлечко
(кафедра машин и аппаратов химических и силикатных производств, БГТУ)

О ВОЗМОЖНОСТИ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ С ДВУХПОТОЧНЫМИ ТАРЕЛКАМИ

Обычно тарелки ректификационных аппаратов небольшого диаметра изготавливают однопоточными. Жидкость, стекающая с вышележащей тарелки, движется по полотну тарелки с одной ее стороны до диаметрально противоположной стороны, переливается через сливную перегородку и поступает через сливное устройство на нижележащую тарелку, на которой она перемещается в противоположном направлении [1]. При увеличении диаметра колонны путь жидкости на тарелке возрастает, что снижает эффективность контакта. Поэтому для сохранения эффективности массообмена на высоком уровне снижают путь жидкости, выполняя тарелку двух- или многопоточной. На двухпоточной тарелке жидкость движется от центра к периферийным областям, а на нижележащей тарелке перемещается от периферии к центру.

На одной из ректификационных колонн Мозырского НПЗ производится выделение легких фракций углеводородов из их смеси с получением более стабильного бензина.

Исходное питание в жидкой фазе подается на верхнюю тарелку и по мере движения вниз по колонне из него выделяются легколетучие компоненты, которые переходят в паровую фазу. Из нижней части колонны жидкость отводится в кипятильник и возвращается в колонну в виде парожидкостной смеси. Пар движется в колонне снизу вверх и по мере взаимодействия с жидкостью обогащается легколетучими компонентами, выводится из верхней части колонны и направляется на дальнейшую переработку. Частично стабилизированный бензин отводится из нижней части колонны и также направляется на дальнейшую переработку.

Колонна представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат диаметром 3 м. Внутри распложены 39 двухпоточных тарелок клапанного типа. Расстояние между тарелками составляет 600 мм, а высота слоя жидкости на них – 50 мм. Приемные карманы расположены ниже полотна тарелки, что позволяет обходиться без переливных перегородок. Сливные перегородки шириной 2,89 м в центре и 2,4 м на периферии наклонены к горизонту под углом 73° , что позволяет ор-

ганизовать дополнительную поверхность контакта между фазами, если перегородки выполнить перфорированными и пропускать через них некоторое количество пара.

Схема колонны с двухпоточными тарелками приведена на рисунке.

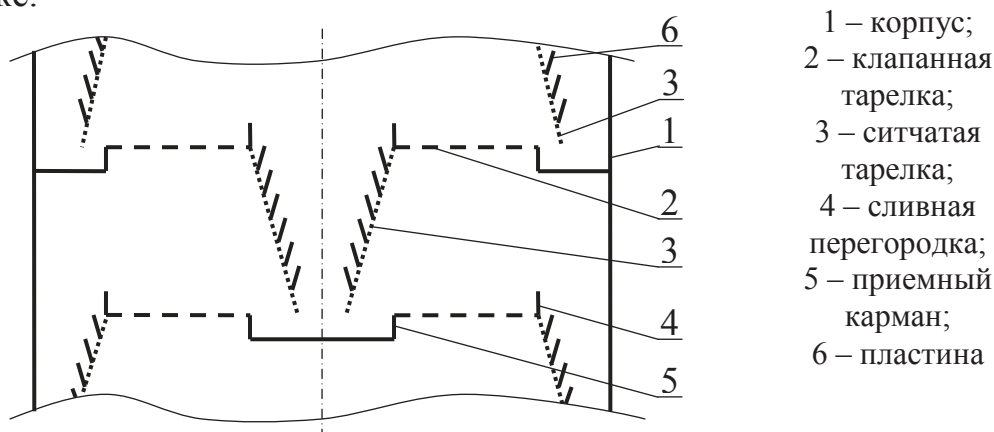


Рисунок 1 – Схема колонны с двухпоточными тарелками

Исходя из минимальных капитальных вложений, перфорацию сливных перегородок для пропуска пара предложено выполнить сверлением определенного количества отверстий, превратив тем самым перегородку в ситчатую тарелку.

Для существующей колонны проведены соответствующие расчеты. Клапанные тарелки рассчитаны по методике, применяемой для расчета ректификационных колонн, в которой количество тарелок определяется с использованием числа теоретических тарелок и их КПД по Мерффри [1, 2].

Ситчатые тарелки рассчитаны по методике, принятой для массообменных аппаратов, в которой число тарелок определяется с использованием количества легколетучего компонента, перешедшего из одной фазы в другую, и поверхности одной тарелки [2, 3].

Разделяемая смесь многокомпонентная и для упрощения расчетов она представлена двухкомпонентной: легколетучий компонент – пропан, труднолетучий компонент – пентан. Соответственно при расчете колонны были использованы теплофизические свойства этих веществ. Расчеты ситчатых тарелок выполняли на ЭВМ с использованием программы Excel. При этом задавались доли поверхности сливной перегородки, занятой перфорацией, в размере 20, 40, 60, 80 и 100% и долей свободного сечения перегородки 12% от доли перфорации. Движущую силу массообмена определяли как среднюю величину по Y–X диаграмме для бинарной смеси пропан-пентан с использованием равновесной кривой и рабочей линии.

Результаты расчетов показывают, что при перфорации всего сечения сливной перегородки количество легколетучего компонента, переходящего из жидкости в паровую фазу, может составить немногим более 32% его количества, переходящего в паровую фазу только на клапанной тарелке. Однако нижняя часть перегородки опущена в жидкость, находящуюся на тарелке, и уровень жидкости с противоположной стороны перегородки должен быть еще выше, чем на тарелке, для обеспечения движения жидкости через гидрозатвор. Поэтому перфорация на участке перегородки, опущенной в жидкость с обеих сторон перегородки, нерациональна. В связи с изложенным, доля перфорированного участка сливной перегородки может занимать не более 60-80% всей ее поверхности. Кроме того, пар, выходящий из отверстий наклонной ситчатой тарелки, будет двигаться, отклоняясь от нормали к ее плоскости, что также снизит эффективность массообмена. В целом можно ожидать увеличения производительности колонны в результате повышения эффективности тарелок на 15-20%.

Слой жидкости на наклоненной сливной перегородке предполагается значительно меньшим, чем на клапанной тарелке, который, как отмечено выше, составляет 50 мм. Поэтому через перегородку с меньшим сопротивлением гидростатического столба жидкости будет проходить большее количество пара. Для пропорционального распределения пара, проходящего через обе тарелки, предлагается увеличить сопротивление сухой ситчатой тарелки, компенсируя таким образом снижение сопротивления гидростатического столба жидкости. Сопротивление сухой ситчатой тарелки можно увеличить, уменьшив диаметры отверстий перфорации. Кроме того, движение жидкости по наклонной сливной перегородке можно замедлить путем установки перегородок, как показано на рисунке, высотой, сопоставимой с высотой слоя жидкости на клапанной тарелке, и перфорацию выполнить со стороны нижней части пластины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Касаткин, А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии / А.Г.Касаткин //– М.: ООО ТИД «Альянс», 1971. – С. 449–456.
2. Романков, П.Г. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии (примеры и задачи): учебное пособие для вузов / П.Г.Романков, В.Ф.Фролов, О.М.Флисюк. // СПб.: ХИМИЗДАТ, 2009. – С. 287 – 367.
3. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию / Под ред. Дытнерского Ю.И. – М.: Химия, 1991. – 496 с.